

川气管道工程湖北段地质灾害与防治研究

刘云彪¹, 徐绍宇², 宁国民¹, 秦华刚¹, 肖 音³

(1. 湖北省水文地质工程地质勘察院, 湖北 荆州 434020; 2. 湖北省地质灾害防治中心, 湖北 宜昌 443002; 3. 湖北国土资源职业学院, 湖北 荆州 434000)

摘要:川气天然气管道工程通过鄂西崩、滑、流极易发区, 鄂中石膏、磷矿区, 鄂北岗地膨胀土区, 地质环境条件复杂多变, 隐藏了多种地质灾害隐患。通过沿线实地调查, 以纪实手法预测该工程在湖北段可能遭受16处主要地质灾害, 其中崩塌灾害4处, 滑坡灾害4处, 泥石流灾害4处, 地面塌陷(含岩溶塌陷和矿山采空塌陷)灾害3处, 塌岸灾害1处。根据各处地质灾害成因特点不同, 因地制宜地提出了采取避让、治理、防护、限制等应对措施来避免灾害发生, 确保管道工程顺利施工和安全运营。

关键词:地质灾害; 措施; 湖北; 天然气; 管道工程; 川气出川

文章编号:1003-8035(2007)02-0042-08

中图分类号:P642.2

文献标识码:A

0 引言

川气出川管道工程是我国规划建设的又一条跨区域天然气管道工程, 途经四川、重庆、湖北、河南、山东5省(市), 主干管线长达1463km, 贯连中国西部、中部、东部, 规模庞大。其中通过湖北境长586.6km, 占全长的40%。湖北省是我国地质灾害多发省份之一, 如何选出最佳管道线路, 最大可能避免遭受地质灾害, 是工程成败的关键。

要保证管道工程顺利建成和安全运营, 关键要把握住3个环节。一是在工程可行性研究阶段要准确发现威胁管道工程安全的重大地质灾害隐患点和段, 调整线路尽可能避开重大地质灾害威胁; 二是在工程设计阶段要正确处置存在地质灾害隐患的部位, 把地质灾害防治工程与管道工程配套考虑, 同步设计; 三是在工程施工阶段要特别注意地质灾害发生因素, 掌握好施工方法与顺序, 避免施工诱发或引发地质灾害发生。

1 工程概况

湖北境内管道经过恩施州、宜昌市、荆门市、襄樊市4个地级行政区, 13个县级行政区, 穿越长江、汉江、唐白河、蛮河、沮河、漳河等大中型河流。管道主要沿318国道和207国道敷设, 从重庆石柱黄水镇入境, 境内依次经过鱼泉口→利川→恩施→红岩寺→野三关→榔坪→高家堰→宜昌→当阳→荆门→胡集→宜城→襄樊→黄渠河, 出境后向河南新野行进。鱼泉

口至宜昌总体走向为西→东, 宜昌至荆门为南西→北东, 荆门至黄渠河为南→北。

设计管道输气量 $80 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、设计压力 10MPa, 设计管径入口→荆门为 864mm, 荆门→出口为 813mm。管道敷设主要采用直接开挖手段, 岩石地面开挖底宽 1.6m, 深 2.3m, 土质地面开挖底宽 1.4m, 深 2.0m^[1]。山区部分无法爬越的地段设置隧道穿越, 幽深峡谷地段则采用桁架或悬索直接跨越, 平原河流视流量大小分别采用开挖、定向钻、盾构法穿越。境内沿线设 6 座输气站场。

2 工程环境

管道线路自重庆入境, 长距离翻越了以岩溶地貌为主的鄂西南山区, 继而穿越长江河谷, 沿江汉盆地西北边缘过荆山余脉至荆门, 走汉江夹道山前, 至宜城穿汉江过大洪山余脉, 入南襄盆地出境。总体地势由高向低, 最高为控制利川盆地的西、东屏障齐岳山和石板岭, 高程达 1700m, 最低位于宜城蛮河河谷, 高程仅 49m, 落差达 1651m。

按线路环境可分为 2 大单元组合: ①鄂西南中、低山组合。地形切割大, 多陡崖峡谷, 岩溶发育, 降雨丰沛, 暴雨集中, 年降雨量可达 1200~1800mm。宜—万铁路及沪—蓉高速公路正在建设之中, 切坡弃渣

收稿日期: 2006-08-23; 修回日期: 2007-01-09

作者简介: 刘云彪(1965—), 男, 高级工程师, 物探专业, 长期从事地质灾害防治及有关科研工作。

多,易发崩塌、滑坡、泥石流灾害;②鄂中、北丘陵、岗地、平原镶嵌组合。3 者相互穿插渗透,时而波状起伏,时而空旷平坦,河流蜿蜒其间,降雨相对较少,暴雨较弱,年降雨量 850 ~ 1100mm,但双河一带隐伏岩溶发育,荆门、胡集 2 地地下采矿活动强烈,易发地面塌陷灾害。

管线经过 13 个县级行政区中,6 个为地质灾害极易发区,2 个为易发区,4 个为较易发区,1 个为不

易发区^[3],长度分别为 316.9km、25.1km、189.6km、55km,分别占境内管线长的 54.0%、4.3%、32.3%、9.4%,有半数以上的工程线路极易发生地质灾害。工程沿线地质环境条件复杂 337.7km,中等复杂 62.9km,简单 186km,分别占境内管线长的 57.6%、10.7%、31.7%,同样也显示了大部分工程线路地质环境的复杂性。

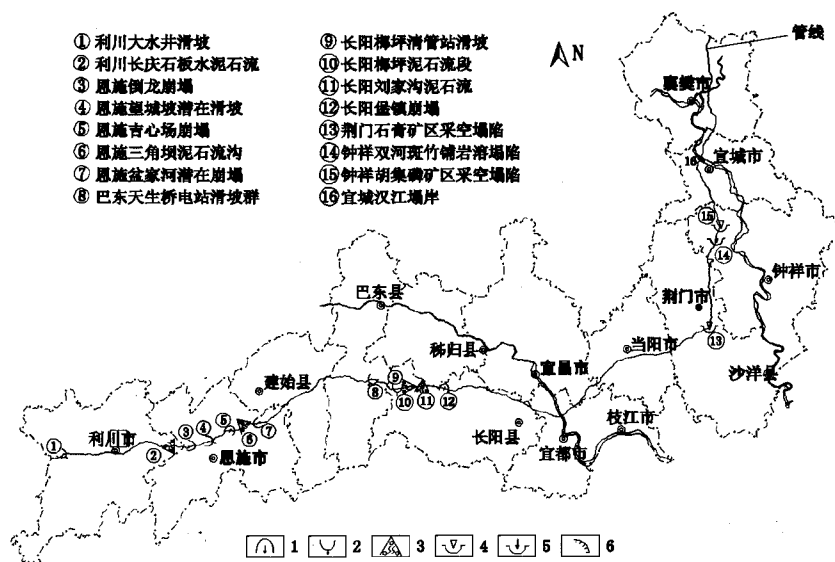


图 1 川气管道工程湖北段主要地质灾害隐患点段分布

Fig. 1 Potential geohazard distribution along Hubei Section of the pipeline

1-崩塌;2-滑坡;3-泥石流;4-采空地面塌陷;5-岩溶地面塌陷;6-塌岸

从评估调查到的地质灾害隐患点(表 1)可以看到,管道线路上不仅发育了崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷、采空地面塌陷、塌岸等多种地质灾害,同时还存在大量的可能引起崩滑的潜在不稳定斜坡、发生泥石流的泥石流沟和工程弃渣、形成岩溶地面塌陷的

岩溶槽谷洼地、产生采空地面塌陷的矿产采空区等^[2],每 100km 地质灾害隐患多达 37.2 处,鄂西南中低山区更是高达 64.4 处。因此,川气管道工程湖北段将处在地质灾害多发的危险环境,主要危险地段在鄂西南山区及鄂中荆门石膏矿区、双河隐伏岩溶区、胡集磷矿区。工程在这些地段遭受地质灾害危害的可能性较大。

表 1 管道工程沿线地质灾害隐患数量统计

Table 1 Statistics of potential geohazard along the pipeline

工程环境单元	隐患类型	统计单位	数量
鄂西南中、低山区	崩塌	处	11
	滑坡	处	31
	泥石流	处	4
	岩溶地面塌陷	处	8
	塌岸河流	条	8
	潜在不稳定斜坡	处	56
	泥石流沟	条	6
岩溶槽谷洼地	工程弃渣	处	26
	个		48
鄂中、北丘陵岗地平原区	岩溶地面塌陷	处	1
	矿产采空区	家	16
	采空地面塌陷	处	3

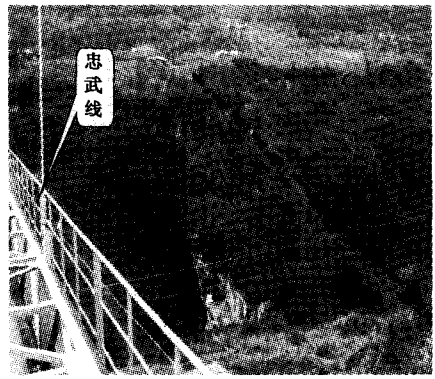
3 可能遭受的主要地质灾害预测

虽然管道沿线存在 218 处地质灾害隐患,但不是所有的隐患点都可作用于管道线路。根据隐患点距离管道的远近、规模、作用方向,以及进一步发展的趋势、危害程度,初步预测管道工程在湖北境可能遭受 16 处主要地质灾害隐患点(段)的危害(图 1)。其中可能遭受的崩塌灾害 4 处,滑坡灾害 4 处,泥石流灾害 4 处,地面塌陷(含岩溶塌陷和矿山采空塌陷)灾害 3 处,塌岸灾害 1 处。下面按不同灾害类型仅选择 10

处展开分析。

3.1 恩施盆家河潜在崩塌

管道跨越恩施南里渡盆家河处(HB124 + 269m),右岸因3面临空且受多组结构面切割而显得潜在不稳定(照片1)。



照片1 跨越盆家河右岸不稳定岸坡

Photo 1 Unstable slope in the right bank of Pengjia River

右岸斜坡向河槽凸出,分上下两级,上级前部已经缺失,留下的台面向外陡倾,虽然植被掩盖,但仍可辨别出台面为一长大裂隙面所留,不难判断上部缺失岩体是沿该面滑移崩落。这样的长大裂隙,在上部岩体中倾角变缓,对管道跨越来讲,无论是施工阶段,还是营运阶段,始终都是一个潜在的隐患,遭受滑移崩塌的可能性是存在的。下级沟槽部分的“柱状”斜坡,在山洪水流的冲刷下,溶隙变得宽大,也显得对上部岩体及悬索管道支撑单薄。

从岸坡岩体发育的多组结构面(表2)按三向临空面进行赤平投影分析(图2):南东临空面是岩体滑落的主临空面,岩层层面则是控滑面,因控滑面倾角仅12°,一般情况下切割岩体也不会轻易滑落;但在上

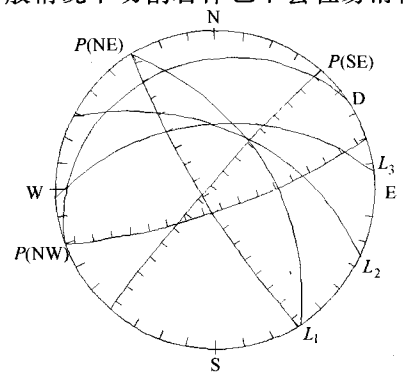


图2 盆家河右岸赤平投影图

Fig.2 Stereographic projection of the right bank of Pengjia River

部悬索支点加载或遇到如暴雨、地震等各种不利因素叠加时,岸坡失稳的可能性则较大;3组裂隙面总体倾向S-SW,切割岩层后的交棱线均滑向了南东临空面,尤其是L1、L2裂隙构成的楔体形成了向南东临空面的顺向滑块,虽然交棱线倾角只有11°~12°,但在前述加载、暴雨、地震等各种不利因素叠加时,滑落的可能性还是较大。

表2 盆家河右岸临空面与结构面及其交线指标

Table 2 Pengjia River right bank free face and structural surface and their intersection target

编号	结构面名称	倾向(°)	倾角(°)
P(NE)	坡面	60	80
P(NW)	坡面	340	75
P(SE)	坡面	130	85
D	岩层层面	150	12
L1	裂隙1	239	53
L2	裂隙2	207	49
L3	裂隙3	175	45
组合交棱线		倾向(°)	倾角(°)
P(NE) - L1		150	1
P(NE) - L2		145	28
P(NE) - L3		142	40
P(NE) - D		148	12
P(NW) - L1		268	49
P(NW) - L2		261	34
P(NW) - L3		253	12
P(NW) - D		69	2
P(SE) - L1		214	50
P(SE) - L2		214	49
P(SE) - L3		216	37
P(SE) - D		220	4
L1 - L2		209	49
L1 - L3		194	43
L1 - D		158	12
L2 - L3		177	45
L2 - D		127	11
L3 - D		91	6

3.2 长阳堡镇崩塌

崩塌位于长阳堡镇东头道河北侧志留系页岩逆向坡,里程桩号 HB242 + 224 左 10m,为新近发生的崩塌,管道从其坡脚穿过(照片2)。

崩塌斜坡陡峻,崩塌源位于近坡顶外凸部位,岩层产状 330°∠50°,裂隙发育,风化剧烈,现已崩塌约 2000 m³。崩塌产生的碎石土停留在崩源下方斜坡沟槽内,遇暴雨可演变为泥石流,显得异常不稳。

目前崩塌处风化岩体较厚,尚有向外凸出部分,宜万铁路正在施工隧道,沪蓉高速隧道也将开工,山体破坏在所难免,再次崩塌的可能性极大,暴雨季节



照片2 长阳堡镇崩塌

Photo 2 Collapse in Changyangbao Town

还将与悬浮在半坡的碎石岩屑一并形成泥石流。管道从其坡脚敷设,沟谷内场地狭窄,难以展开,施工时如上述情况发生,施工人员躲避逃生困难,遭受伤害的可能性极大。

3.3 利川大水井滑坡

滑坡位于利川市汪营镇里程桩号 HB007 + 185 处,管道从滑坡中后部横穿而过(照片3)。



照片3 利川大水井滑坡后部

Photo 3 Tail of Dashuijing landslide in Lichuan

滑坡发育于一小冲沟源头,属斜坡上覆土体滑动,周界清晰,纵向长 150m,横向宽约 200m,面积 30000m²,推测基岩面为最佳滑动面,体积约 150000m³。滑体由棕色粉质粘土夹碎块石组成,滑床为 T1j 中厚层灰岩。从滑体上生长多年、根部弯曲的路边乔木看,坡体早期曾有过相当长时间的蠕滑变形,后期逐渐趋于稳定。调查时,也未发现地表有明显的现代变形迹象。

从地形上看,滑坡处在一个周边高中间凹的不利地形,后缘呈圈椅状,利于接纳降雨汇水,前缘收敛与坡下小冲沟相接,利于地下水、地表水的排泄,使滑坡

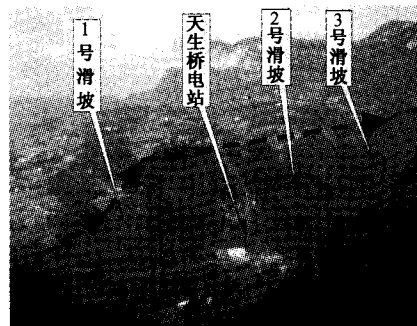
区成为小冲沟的纳水源头。滑坡区岩溶地下水颇丰,下覆的灰岩岩溶发育,在其后缘的右侧发育岩溶洼地,洼地中有上升泉,在其前缘左侧平台也有一常年不干的上升泉,表明在滑坡区的上游地段岩溶地下水的补给是有保证的,滑坡地段则是上述补源的排泄区。滑坡体物质以细颗粒的粘土、粉质粘土为主,透水性差,体内一旦入水不易排出,容易造成滑坡的二次复活变形。

地形和地下水因素是大水井滑坡潜在不稳定的内在因素,无法改变。管道从滑坡体上敷设,正是滑坡未来可能变形的主要区域,在此挖沟埋管可拦截管沟以上部分雨水,并使之渗入滑坡体内,从而可加剧滑坡的变形。

目前滑坡暂时处于一个稳定的休眠期,一旦滑坡再次进入一个变形活跃期,管道将百分之百遭受危害,并将长期困扰工程的安全营运。

3.4 巴东天生桥电站滑坡群

滑坡群坐落于巴东县野三关镇鱼泉河左岸,位于里程桩号 HB199 + 699 ~ 201 + 363 处,从西向东沿鱼泉河岸依次排列 4 个古滑坡,管道从滑坡群的后缘外侧经过(照片4)。



照片4 巴东天生桥电站滑坡群

Photo 4 Tianshengqiao landslide group in Badong

4 个滑坡体成排分布于三叠系 - 二叠系灰岩构成的缓倾逆岸坡上,后缘齐坡肩一线,前缘抵鱼泉河,均在常遇洪水线上方,下方有稳定基岩露头支撑坡体。滑体物质具有依次由粗到细的规律,从 1 号以块石为主到 4 号以粉质粘土夹碎石为主,粗颗粒依次减少,细颗粒依次增加。同时,滑坡规模也显示了由大到小的特点,体积依次为 202.5 万 m³、54 万 m³、37.5 万 m³、25 万 m³。2、3 号滑坡体坡面坡角达 35° ~ 45°,碎石土密实度低,稳定性相对要差,前缘坡曾有次生小滑坡发生的痕迹。

目前 4 滑坡现状基本稳定,未发现地表明显变形迹象,但 2、3 号滑坡因上述原因未来变形破坏的可能性较大,在特大暴雨袭击和前缘稀遇洪水冲刷下有可能失稳。管道从滑坡群后缘穿过,虽然未穿越滑体,但滑坡整体失稳滑移也将牵引后部基座的应力失衡,从而使管道遭受一定的危害。

3.5 长阳榔坪泥石流段

长阳县境榔坪 HB209 + 891 ~ HB219 + 000 段,管道沿强风化的志留系页岩逆向坡脚敷设,建设中的沪蓉高速公路在其坡上全面动工,虽然大部分以桥梁形式通过,但仍然避免不了部分切坡和隧道,沿坡留下或正在留下大量的弃渣,给未来天然气管道的施工留下了泥石流隐患。生产弃渣相对集中的地段主要是八字岭隧道、双河口特大桥、关口亚隧道、铁炉坪特大桥、龙潭河特大桥等。

目前沿坡面和沟谷发生的小型泥石流较多,有的已经危害到民间百姓,如侵占良田,毁坏责任田、责任林等,成为官民纠纷的主要原因,并间接影响到高速公路的施工进展(照片 5)。



照片 5 榔坪“人造”坡面泥石流

Photo 5 “Man-made” debris flow on slope in Langping

虽然这些小型泥石流对埋于地下的管道本身不会造成大的危害,但在施工阶段却是威胁施工安全的重大隐患,尤其雨季施工遭受危害的可能性较大。

3.6 长阳刘家沟泥石流

泥石流布于长阳县榔坪镇刘家沟内,管道从沟口泥石流扇体通过(照片 6),里程桩号 HB229 + 000。

刘家沟主要发育在志留系软弱岩层中,流域面积近 4.34km²,源阔喙窄,呈“树叶”形,沟床坡降 2‰ ~ 20‰,沟口附近堆有近 3000m³ 的泥石流扇体(图 3)。目前扇体经多次洪流冲刷,中部形成数米宽、1 ~ 2m 深的沟槽。

流域内冲沟两侧堆积有 4 × 10⁴ m³ 的松散物,源头还有一处 82.5 × 10⁴ m³ 的滑坡和一处 1000m 长裂缝包割的 320 × 10⁴ m³ 崩塌危岩体,滑坡曾在 1975 年



照片 6 刘家沟沟口泥石流扇体(点线)

Photo 6 Fan body of debris flow in Liujiagou village

8 月 8 日有过变形滑动,危岩体至今仍有零星掉块现象,可谓物源丰富、补给有余。在多种不利因素叠加下再次发生较大规模泥石流是有可能的。届时,横于沟口的天然气管道,在泥石流的侵蚀作用下将遭受重创。

3.7 荆门石膏矿区采空塌陷

石膏矿区布于荆门市东区,管道 HB410 + 988 ~ HB425 + 007 段从此通过。矿区目前有 10 家矿山开采,都有不同程度的地下采空区,且顶板埋深均没有超过 100m,最浅者仅 30m。20 世纪 90 年代末已有 2 家发生过地面塌陷(照片 7)。

目前这 10 家矿山均在开采之中,闭坑后巷道将逐渐充水,风化的保安矿柱在水浸泡下强度会迅速降低,那时矿区地面塌陷将会非常活跃。管线从矿区南北向敷设,一旦发生地面塌陷,将遭受危害。

3.8 钟祥双河斑竹铺岩溶塌陷

塌陷位于钟祥市双河镇斑竹铺里程桩号 HB143 + 744 右 174m 隐伏岩溶区。塌陷坑“串珠状”布于 207 国道两侧约 200m 长的坳沟河槽内,平面多呈圆形或椭圆形、纺锤形,直径 1 ~ 10m,椭圆形长轴最大可达 30m;立面多为圆柱形、梯形,深度 2 ~ 10m 不等,坑底有溶蚀的岩块(照片 8)。

塌陷主要因北部胡集磷矿区矿坑排水形成地下水降落漏斗,改变补、径、排条件后引起。管道在塌陷坑的北侧 1100m 处穿沟而过,所穿河沟与塌陷区同属一条,具有同样的岩溶地质条件和地形条件,因此也存在地面塌陷的隐患。管道有遭受塌陷危害的可能。

3.9 钟祥胡集磷矿区采空塌陷

胡集磷矿区现有 24 家磷矿开采企业,目前开采水平已达高程 - 25m 以下,采矿过程中大量抽排地下水,形成了较大范围的地下水降落漏斗。

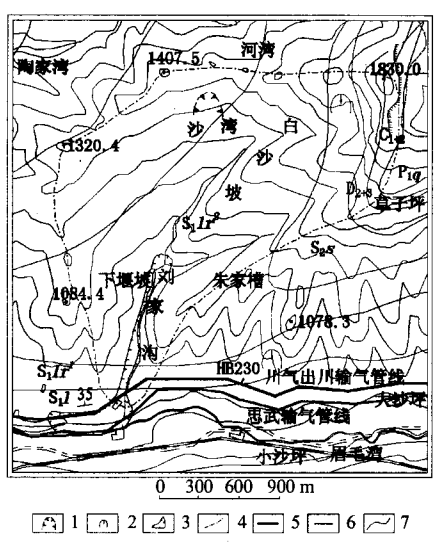
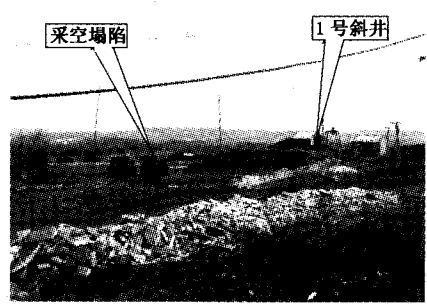


图 3 长阳榔坪刘家沟泥石流平面示意
Fig. 3 Plane of debris flow in Liujiagou Village, Langping, Changyang

- 1-滑坡;2-崩塌;泥石流流体;4-汇水范围线;
5-川气出川管线;6-忠武管线;7-地层界线



照片 7 星桢石膏矿 1 号井采空区
Photo 7 The depletion region of well picks in Xingzhen Plaster Mine



照片 8 斑竹铺岩溶塌陷坑
Photo 8 Karst collapses trap in Banzhupu

本世纪初,熊家湾磷矿(HB469+900)地面塌陷频发,已有 2 处塌陷,沿 207 国道采空区也出现了隐患,尤其是 207 国道下采空区北段,围岩破碎,裂隙发育,

顶板渗水明显,保安矿柱少,有明显承压迹象,局部顶板已有冒落(图 4)。

天然气管道顺 207 国道西侧敷设,穿越了熊家湾采空区,与主采区仅一路之隔,一旦塌陷发生,将遭受其害。

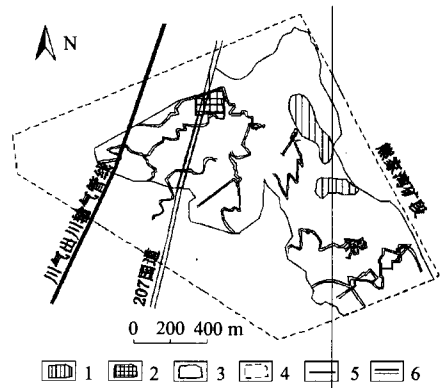


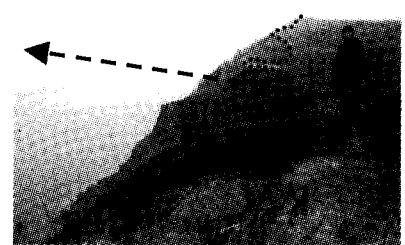
图 4 熊家湾磷矿地面塌陷平面示意
Fig. 4 Plane ground collapse in Xiongjiawan Phosphorus Ore

- 1-地表塌陷区;2-潜在塌陷区;3-采空区;
4-熊家湾矿区;5-川气出川管线;6-采矿巷道

3.10 宜城汉江塌岸

塌岸段位于宜城市汉江的右岸,上下长达 10km (HB514+200)。

塌岸段处于强烈侵蚀凹岸,每年都有塌岸发生,岸线年年后退。从 1954 年至今,累计塌岸宽已有 200~300m,即每年都有 4~6m 的塌岸。塌岸岸坡高 22m,坡度角 40°~60°,上部为 16m 厚的棕红色粘土,具胀塑性,在洪水的侧蚀浸泡下,极易发生滑坡(照片 9)。



照片 9 宜城汉江塌岸线(点线)
Photo 9 River collapses waterfront in Hanjiang, Yicheng

从 20 世纪 50 年代到今,汉江主河道一直南移,形成了南消北长的河流态势,从现场看,此态势还将延续。虽然管道从江底穿越,但南岸穿越点还是会受岸线后退的影响,若离岸太近,还有遭受危害的可能。

4 地质灾害应对措施建议

本区主要地质灾害隐患点(段)类型、特点各异,对管道工程危害的方式、程度、时间也各不相同,应根据实际情况结合周边环境因地制宜地或避开危险源,或固定可能致灾的岩土体,或对管道及其施工场地进行防护,或限制人类在管道附近进行其他工程活动,以确保管道工程顺利施工、安全运营。

4.1 避让

对于场地条件许可的地段,应首选避让;尽可能地躲开地质灾害危险区域。

管道从恩施倒龙崩塌和吉心场崩塌陡崖下穿过,因管道距离陡崖太近,因而有遭受岩块滚落危害的可能。只需将管道移至崩塌堆积区范围以外,即可消除施工爆破对危岩的震动破坏,也可解除施工时危岩对人员和机械的威胁。

管道从巴东天生桥电站滑坡群后缘外挖沟铺设,虽然距滑坡有一定距离,但不一定在影响范围之外,两者在部分地段可能有相互干扰影响。应在详细勘察、科学论证的前提下,将管道偏离到许可的安全带以外。

荆门石膏矿区和胡集磷矿区地下采空复杂多变,既有现代的,也有历史遗留的,更有滥采乱挖遗弃的,很难准确把握采空区的分布位置。管道在此段应总体避让,建议向东移至荆襄高速公路以东,避开矿区。局部不能避让的,应做好详细勘察,利用桩基础设支点跨越采空区(埋地式跨越)。

4.2 治理

治理指对可能产生变形移动的岩土体进行的加固处理措施,而非广泛意义的地质灾害防治工程。对于无法避让或避让成本高于治理成本的,或避让意义不大的地质灾害隐患点(段),可酌情结合管道工程采取治理措施。

利川大水井滑坡前缘已有忠武天然气管道埋设,本管道从其后部平缓处通过,避让的意义不大。应进一步进行详细勘察,论证滑坡稳定性,确定加固方案,确保两线管道安全送气。

恩施南里渡盆家河跨越处是目前跨距最短的地方,虽然右岸有潜在滑坡崩塌的隐患,但不是不可防治。应在专门勘察的基础上,论证两岸岩体稳定性,酌情将跨越支撑点后移,并对前部欠稳定岩体进行锚固处理。

长阳榔坪清管站场地比周边场地条件好,虽后靠斜坡有滑坡存在,但方量小、易治理,无需避让。可进行适当勘察论证,投入适量的工程予以支挡,即可确保清管站安全。治理工程应与清管站同步设计、同步施工。

4.3 防护

防护是针对管道和施工场地安全而采取的深埋、护面、拦挡等措施。

管道在穿越山洪泥石流沟时,应加大埋置深度,一般要超过山洪的底蚀界面和泥石流可能抛蚀的深度,尽可能将管道置于不动岩土之下。管道沿线的石板水泥石流、三角坝泥石流沟、刘家沟泥石流都应该对穿越处进行详细勘察,科学确定管道埋置的安全深度,并在地面进行护面处理。

对于无法避让的长阳榔坪泥石流段和堡镇崩塌,应尽可能选在枯水季节施工,同时在管道线位上方地形适宜地段设置临时拦挡墙和导流槽,防止突然暴雨形成的崩塌和坡面泥石流造成施工人员伤害和机械毁坏。堡镇崩塌段还应禁用震动强烈的动态爆破手段,以防风化危岩的振落。

宜城汉江穿越处应充分考虑南岸塌岸的影响,预留一定的安全带。要论证穿入点距河岸的最佳距离,同时进行一定范围的削坡护岸和水下抛石(照片10)。

4.4 限制

恩施望城坡的稳定取决于山脚下采石的范围和强度,要确保山体稳定和管道安全,必须划定保护区,预留安全带,带内限制其他对山体稳定不利的工程活动。保护区宽度应根据地质环境条件在科学论证的前提下确定。



照片 10 宜城汉江塌岸防护示范

Photo 10 Shore protection demonstration of river collapses in Hanjiang River, Yicheng

5 结论

湖北省降雨丰沛,地质条件复杂,人类工程活动强烈。川气管道工程进入湖北境后,依次会经过利川境的大水井滑坡、石板水泥石流,恩施境的倒龙崩塌、吉心场崩塌、望城坡潜在滑坡、三角坝泥石流沟、盆家河潜在崩塌,巴东境的天生桥电站滑坡群,长阳境的榔坪清管站滑坡、榔坪泥石流段、刘家沟泥石流、堡镇崩塌,荆门境的石膏矿区采空塌陷,钟祥境的斑竹铺岩溶塌陷,胡集磷矿区采空塌陷,宜城境的汉江塌岸等16处主要地质灾害隐患点(段),处理不当可能会遭受它们不同程度的危害,管道工程设计阶段即应采取积极的防范措施。

根据各隐患点(段)特点和危害方式,结合管道周边环境,应分别采取避让、治理、防护和限制四项应对措施。其中应避开恩施倒龙崩塌和吉心场崩塌,巴东天生桥电站滑坡群,荆门石膏矿区和胡集磷矿区;应

对利川大水井滑坡、恩施盆家河潜在崩塌、长阳榔坪清管站滑坡进行加固治理;应在利川长庆石板水泥石流、恩施三角坝泥石流沟、长阳榔坪泥石流段、长阳刘家沟泥石流、长阳堡镇崩塌、宜城汉江塌岸等6处隐患地段对管道和施工场地进行防护;受人为采石影响的恩施望城坡则应圈定保护范围,限制人类工程活动。

参考文献:

- [1] 中国石化集团中原石油勘探局勘察设计研究院.川东北天然气外输工程预可研管道工程分报告B[R].河南濮阳,2006.1-50.
- [2] 宁国民,秦华刚,周宁,等.川气出川天然气管道工程地质灾害危险性评估报告(湖北省段)[R].湖北荆州:湖北省水文地质工程地质勘察院,2006.1-76.
- [3] 田大佑,宁国民,陈国金等.湖北省地质灾害防治规划(2003~2015年)[R].湖北武汉:湖北省国土资源厅,2003.19-26.

Geological hazards and countermeasures along the Hubei Section of the natural gas pipeline from Sichuan to Shandong

LIU Yun-biao¹, XU Shao-yu², NING Guo-min¹, QIN Hua-gang¹, XIAO Yin³

(1. Hubei Institute of Hydrology and Engineering Geological and Engineering Surveying, Jingzhou 434020, China;

2. Hubei Province Geological Disaster Prevents and Controls Center, Yichang 443002, China;

3. Hubei National Territory Resources Professional College, Jingzhou 434000, China)

Abstract: The pipeline project that Sichuan's Natural Gas Outputs Sichuan across Geological Disaster in wet Hubei, the gesso, the phosphorite mine in middle Hubei, the inflation earth area in the north of Hubei. The geology environmental condition is complex and changeable, and hide many kinds of geological disaster or hidden danger. This article in the open country on-the spot investigation foundation, predicts the possibility of the landslide, the mud-rock flow, fall of ground in the Hubei section (involving karst to cave in picks with mine spatially caves in), collapses geological disaster and so on. And according to the form characteristic of different geological disaster, it proposes we should take some actions in order to prevent the way to traffic, the government, the protection, the limit and so on, to make sure the plumbing engineering smooth construction and the security operation.

Key words: geological hazard; countermeasure; Hubei; natural gas; plumbing engineering; Sichuan's natural gas outputs